

# Instalaciones eléctricas en garajes

PABLO ZAPICO GUTIÉRREZ

El nuevo reglamento de baja tensión modifica radicalmente el diseño y el cálculo de las instalaciones eléctricas y de ventilación de estos locales



El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, modifica radicalmente el diseño y el cálculo de las instalaciones eléctricas y de ventilación de los garajes. La profundidad de esta reforma aconseja abordar sus aspectos más relevantes y la publicación del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE), que entró en vigor el 29 de marzo de 2002, hacen indispensable examinar en profundidad ambas normas.

El Reglamento de 1973, en la Instrucción Técnica MIE-BT 026 clasificaba los garajes como locales con riesgo de incendio y explosión, y la Instrucción Técnica MIE-BT 027 desarrollaba el sistema y las reglas de instalación en estos locales de una forma particular y simplificada. Recogía unas pautas sencillas de diseño que resultaron útiles y seguras a lo largo de casi treinta años. Eran fáciles de interpretar y su aplicación estaba al alcance de cualquier profesional del sector sin exigir elevados conocimientos técnicos. El punto 9 de la Instrucción MIE-BT 027 de ese Reglamento y las hojas de interpretación 12A y 12B establecían unas indicaciones muy precisas sobre los sistemas de instalación de conductores, conductos, luminarias, pulsadores, ventilación, etc... Por este motivo, la parte relativa a los garajes del Reglamento de 1973 no debería haberse derogado, sino únicamente actualizado para adaptarse a los cambios posteriores incluidos en la NBE-CPI 96, referentes a los cables resistentes al fuego e incluir los conductores de baja emisión de humos y libres de halógenos que ya existían hace un cuarto de siglo. La citada NBE-CPI 96 ha sido derogada por la Disposición Derogatoria Única del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en su punto 1 letra g. Sin embargo, en la Disposición Transitoria Primera de la misma norma dice que “el CTE no será de aplicación a las obras de nueva construcción y a las obras en los edificios existentes que tengan solicitada la licencia de edificación a la entrada en vigor del presente Real Decreto”. Una interpretación conjunta de las Disposiciones Transitorias Primera y Segunda del mismo Real Decreto nos lleva a la conclusión de que la NBE-CPI 96 estará en vigor hasta el 29 de septiembre de 2006.

El Reglamento de 1973 consideraba que una ventilación estática adecuada, para un garaje, situado en planta baja, se

obtenía dejando una superficie de rejillas fijas mínima, equivalente al 0,5% de la superficie en planta del local. Para los garajes situados en sótanos, prescribía una renovación forzada de 15 m<sup>3</sup>/h de aire por cada m<sup>2</sup> de su superficie. Esta extracción de aire delimitaba un volumen peligroso acotado por un plano situado a 0,60 metros sobre el nivel del suelo. Las tomas de corriente y canalizaciones tenían que situarse a una altura superior a 1,5 metros sobre la cota del pavimento. La instalación debía disponer de un grado de protección adecuado contra la entrada de agua, de polvo y contra los efectos mecánicos, en función de lo establecido en la norma UNE 20324.

En el nuevo Reglamento para Baja Tensión, la Instrucción Técnica ITC-BT 28 sobre instalaciones en locales de pública concurrencia, incluye en su punto 1, titulado “Campo de aplicación”, a los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de cinco vehículos, sin distinguir entre su uso privado, público o comunitario. Esta mención supone la inclusión de todos los garajes de más de cinco vehículos en la categoría de locales de pública concurrencia sin excepción alguna y correlativamente implica que se les aplique la Instrucción Técnica ITC-BT 28, que regula ese tipo de instalaciones. Esta catalogación afecta de forma muy importante a los materiales y al sistema de diseño y de instalación de los conductores, circuitos, alumbrado de emergencia, alimentación eléctrica, etc..., como vamos a detallar más adelante. El nuevo Reglamento establece erróneamente que si se almacenan más de cinco coches, los garajes deben considerarse como locales de pública concurrencia.

El CTE en el anejo SI A, denominado terminología, del Documento Básico (en adelante DB) SI sobre seguridad en caso de incendio, define el aparcamiento como “Edificio, establecimiento o zona independiente o accesoria de otro uso principal, destinado a estacionamiento de vehículos y cuya superficie construida exceda de 100 m, incluyendo las dedicadas a revisiones tales como lavado, puesta a punto, montaje de accesorios, comprobación de neumáticos y faros, etc., que no requieran la manipulación de productos o de útiles de trabajo que puedan presentar riesgo adicional y que se produce habitualmente en la reparación propiamente dicha. Se excluyen de este uso los aparcamientos en espacios exteriores del entorno de los edificios, aunque sus plazas estén cubiertas”. En con-

clusión, si consideramos unos 25 m<sup>2</sup> por plaza incluyendo los viales, el CTE es aplicable a los aparcamientos de más de cuatro vehículos, lo que supone una modificación de su regulación a nivel de seguridad.

La Instrucción Técnica ITC-BT 29 del Reglamento de 2002, sobre instalaciones en locales con riesgo de incendio y explosión, en su punto 4.2 establece que:

“A título orientativo, sin que esta lista sea exhaustiva, y salvo que el proyectista pueda justificar que no existe el correspondiente riesgo, son ejemplos de emplazamientos peligrosos:

“De clase I. (...) Garajes y talleres de reparación de vehículos. Se excluyen los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos”.

De este precepto se puede concluir que las instalaciones eléctricas en garajes de más de cinco vehículos se califican como emplazamientos peligrosos de clase I. Un emplazamiento de esta categoría es aquel en el que se considera que existen o pueden producirse gases, vapores, nieblas o líquidos inflamables, en cantidad suficiente como para generar un ambiente potencialmente explosivo o inflamable. El garaje debe clasificarse según lo dicho en las distintas zonas con presumible riesgo (zonas 0, 1 y 2) establecidas en la ITC-BT 29 del Reglamento de 2002.

Las zonas peligrosas del garaje deben por ello clasificarse, en función de su riesgo, siguiendo los pasos establecidos en la norma UNE-EN 60079-10. Esta norma UNE, magnífica para zonificar emplazamientos peligrosos en fábricas, es excesivamente compleja para aplicarla a un garaje. Se establece en esta norma que, antes de diseñar la instalación, se delimiten las zonas peligrosas en las que puede existir un riesgo razonable identificando las fuentes de escape que sean susceptibles de originar una atmósfera potencialmente inflamable, lo que supone una complicación absolutamente desproporcionada para una instalación tan simple como un garaje.

La consideración de los garajes como locales con riesgo de incendio y explosión conlleva que las instalaciones eléctricas cumplan con los requisitos de las Directivas ATEX 100, relativas a los equipos destinados a utilizarse en atmósferas explosivas y ATEX 137, relativas a la protección de la seguridad y la salud laboral de los trabajadores expuestos a ambientes potencialmente explosivos, transpuestas a nuestro ordenamiento jurídico por los Reales Decretos 400/1999,

de 1 de marzo y 681/2003, de 12 de junio respectivamente, aplicables a este tipo de emplazamientos. Una interpretación literal de estas normas conduce al absurdo de que sólo puedan acceder a los garajes vehículos preparados para utilizarse en ambientes con riesgo de incendio y explosión. Para evitar la aplicación de esta normativa, a todas luces excesiva para un garaje, en mi opinión la única solución es desclasificar los garajes como locales con riesgo de incendio y explosión.

En los garajes, las fuentes de escape son de dos tipos fundamentales:

1. El derrame de combustible de uno o varios depósitos.

2. Los gases no quemados que se producen en la combustión incompleta del combustible y se expulsan por el escape.

En el primer caso, se considera que en el interior del garaje se pueden producir hasta un máximo de diez colisiones simultáneas de vehículos con una velocidad de 56 km/h, derramándose un máximo de 0,005 kg/seg de gasolina por vehículo, de acuerdo con las pruebas y exigencias prescritas en la Directiva 96/27/CE. La tasa de ventilación mínima calculada, en función del máximo derrame producido, es de 3,46 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup>. Con esta ventilación, se consigue mantener la concentración de los vapores de gasolina en el aire por debajo del LIE (límite inferior de explosividad) y, por lo tanto, eliminar el posible peligro de incendio y explosión.

Aplicando el Reglamento de 1973, que prescribía una ventilación mínima de 15 m<sup>3</sup>/h por cada m<sup>2</sup>, el garaje queda sobradamente desclasificado, de acuerdo con los valores expuestos en el párrafo anterior. El valor calculado de 3,46 m<sup>3</sup>/h por cada m<sup>2</sup> es muy inferior a los 15 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> que prescribía la norma de 1973, por lo que puede desclasificarse el garaje mediante una ventilación adecuada. Este sistema era el que se aplicaba cuando estaba en vigor el derogado Reglamento de 1973 y, aunque ya no tiene vigencia, se puede considerar como una norma de seguridad equivalente con el reconocido prestigio de casi treinta años de aplicación sin generar problemas. Esto se puede incluir dentro de la denominación de "técnicas de seguridad equivalente", contempladas en el artículo 23.3 letra b, del Reglamento de 2002.

Respecto a los volúmenes peligrosos, realizados los cálculos, se llega al mismo valor de 0,6 metros de altura del volumen clasificado sobre el suelo del garaje, como zona 1 y a 1,5 metros de altura mínima sobre la solera para colocar los mecanismos (zona 2), valores idénticos a

los que recogía el Reglamento de 1973.

En el segundo caso, teniendo en cuenta la tasa de gases no quemados expulsados por el escape de cada vehículo, para la clasificación del local hay que acudir a una interpretación conjunta de las normas UNE-EN 60079 y UNE 100166 sobre climatización y ventilación de aparcamientos. La conclusión a la que se llega es que se puede producir una zona 1 potencialmente peligrosa situada detrás del escape de cada vehículo en funcionamiento, con unas dimensiones máximas de un metro de ancho, tres metros de largo y un metro de alto sobre el nivel del suelo. Calculando el volumen teórico de atmósfera potencialmente inflamable, se llega a una altura media sobre el nivel del suelo del garaje de 6 a 8 centímetros.

El resto del garaje, adecuadamente ventilado, queda desclasificado por encima de un metro sobre el nivel del suelo, siempre que se cumplan los valores de ventilación prescritos en la citada norma UNE 100166. En ella se establece un nivel de ventilación de 18 m<sup>3</sup>/h por cada m<sup>2</sup>, valor un 20% superior a los valores de ventilación prescritos por la NBE-CPI 96 y el antiguo Reglamento de 1973.

Como se puede ver, ambos sistemas, aunque parten de planteamientos muy diferentes, llegan a conclusiones similares.

Si el garaje no se desclasifica, sus equipos eléctricos: cuadros, sensores, ventiladores, mecanismos y luminarias deben disponer de un modo de protección para poder utilizarse en un ambiente clasificado legalmente como potencialmente inflamable (modo antideflagrante, seguridad aumentada, relleno pulverulento, seguridad intrínseca, inmersión en aceite, etc...). Resulta curioso que el legislador en la ITC-BT 029.2 cite una serie de modos de protección y otros no. Llama especialmente la atención la inclusión del modo de protección por inmersión en aceite, por tratarse de un método en desuso. No deja de resultar paradójico el hecho de que se omitan el encapsulado (m), la sobrepresión interna (p), la seguridad aumentada (e), la ejecución anti-chispas (n) o el relleno pulverulento (q), que son métodos mucho más habituales en las instalaciones y equipos actuales.

Un dato a tener muy en cuenta es que una parte importante del parque móvil utiliza gasóleo como combustible. El 60,27% de las matriculaciones de automóviles en España son de vehículos diésel. Recordemos que el gasóleo, aun-

que se derrame, no es inflamable a temperatura ambiente y su punto de destello, a partir del que empieza a producir vapores potencialmente inflamables, es superior a 60 °C. Los vehículos diésel prácticamente no tienen posibilidades de producir una atmósfera potencialmente inflamable por derrame del combustible, por lo que su peligrosidad a las temperaturas normales es muy baja. Reglamentariamente, no se considera que el gasóleo sea susceptible de desprender, a temperatura ambiente, gases y/o vapores potencialmente inflamables, lo que incide todavía más en el absurdo de considerar los garajes como locales con riesgo de incendio y explosión, sin tener en cuenta sus particularidades.

Las instalaciones eléctricas en garajes realizadas con equipos dotados de modos de protección multiplica exponencialmente su precio sin aportar un nivel de seguridad que compense respecto al que ofrece la desclasificación del local por medio de la ventilación. Tampoco supone ventaja económica alguna en lo relativo a los equipos y conductos de renovación de aire, pues el CO también hay que diluirlo por su toxicidad. El CTE, en su Documento Básico (en adelante DB) sobre exigencias básicas de salubridad HS 3.1.4, prescribe la obligatoriedad de instalar en los aparcamientos de cuatro vehículos, o más, un sistema de ventilación que puede ser natural o forzada, lo que presupone una disminución apreciable, ya que el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión lo prescribe para más de cinco coches.

La ventilación de un garaje debe cumplir tres funciones fundamentales:

1. Mantener un ambiente interior con una calidad del aire aceptable para el ser humano durante sus actividades cotidianas, según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, las Normas UNE 100011 y 100166 y la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, basados todos ellos en la dilución del CO. Se garantiza de esta forma la calidad del aire respirado por las personas.

2. Diluir o dispersar el gas o vapor que se escapa al aire y que puede dar lugar a la formación de una atmósfera explosiva hasta que su concentración sea más baja que el límite inferior de explosividad (LIE), establecido en las normas UNE 100166 y UNE-EN 60079.

3. Permitir una correcta extracción de humos en caso de incendio, tal y como establece la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-96.

Conviene tomar en consideración que

el principal riesgo de los garajes es el de intoxicación de las personas por el monóxido de carbono emitido por los vehículos, de ahí que resulte imprescindible su ventilación. En este sentido, la NBE-CPI 96 exige una adecuada ventilación y también determinadas resistencias al fuego para las instalaciones que alimentan los servicios de seguridad. De todo ello puede extraerse la conclusión de que cumpliendo el valor de la ventilación de 15 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> que prescribe esta norma, el garaje queda desclasificado como local con riesgo de incendio y explosión.

Las condiciones de ventilación para evitar intoxicaciones son mucho más rigurosas que las necesarias para evitar mezclas explosivas producidas por el monóxido de carbono, los hidrocarburos no quemados o los derrames de combustible. El riesgo de incendio y/o explosión, producido por derrames o gases no quemados desaparece si el garaje está correctamente ventilado. El CO es tóxico en partes por millón (ppm) y su límite inferior de explosividad se sitúa en una concentración mínima del 12,5%, mortal para los seres vivos, por lo que es imprescindible eliminarlo como veneno mucho antes que como gas potencialmente explosivo. Al ventilar el garaje para mantener la concentración de CO por debajo de los límites toxicológicos legales, se consigue una concentración de vapores de gasolina y de hidrocarburos no quemados muy por debajo de los límites peligrosos.

El CTE, en su DB sobre exigencias básicas de salubridad HS 3.1.4.1, establece el montaje de la ventilación natural de manera similar a como lo hace la norma UNE 100166, aunque con menos exigencias. Fija un caudal mínimo de 120 litros/segundo por plaza de garaje. Suponiendo una superficie de 25 m<sup>2</sup> por plaza e incluyendo la parte proporcional de viales, este valor equivale a 17,28 m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> y hora, muy cercano a los valores de la norma UNE 100166. Si se entra con este dato en la tabla 4.1 del DB HS 3.4.1, se obtiene un valor de superficie de rejillas de aproximadamente un 3,84% de la superficie del garaje, superior al valor prescrito en la norma UNE 100166 que es de un 2,5%.

En el caso de ventilación forzada, en el DB HS 3.1.4.2 se prescribe una concentración máxima de 50 ppm de CO cuando haya empleados y de 100 ppm en los demás casos, para lo cual es preciso instalar detectores enclavados con la ventilación. Esto supone una regulación más

Número mínimo de redes de conductos de extracción	
$P \leq 15$	1
$15 < P \leq 80$	2
$80 < P$	1+ parte entera de P/40
Siendo P el número de plazas de aparcamiento	

Tabla 1.

orientada a evitar la concentración de contaminantes en el aparcamiento. El CTE obliga además a ejecutar un número mínimo de redes o conductos de extracción acorde con la tabla 3.1 del DB HS 3 (tabla 1).

Todo lo dicho hasta aquí nos lleva a hacernos un planteamiento. ¿Era entonces preciso clasificar reglamentariamente los garajes y talleres como emplazamientos peligrosos, para luego tener que desclasificar cada uno de ellos individualmente?

Según mi criterio, y con independencia de cómo se realice la instalación eléctrica, se debería exigir que los garajes tuviesen una ventilación adecuada. Una vez garantizada ésta, el proyectista podría fácilmente justificar la inexistencia del correspondiente riesgo de incendio y/o explosión por acumulación de gases y/o vapores potencialmente inflamables (desclasificación).

Los procedimientos que se pueden utilizar para desclasificar el local son varios:

1. Justificar la ventilación para evitar el riesgo de intoxicación y la ausencia de atmósferas explosivas.

El proyectista puede seguir el modelo que estime oportuno con sus correspondientes cálculos. Se pueden utilizar normas internacionales, nacionales, autonómicas o incluso municipales, pero justificando su idoneidad. El órgano territorial competente en materia de industria de la Comunidad Autónoma correspondiente aceptará o denegará la propuesta de acuerdo con lo previsto en el artículo 23 del Reglamento de 2002. La petición debe realizarse individualmente y con carácter previo al comienzo de cada instalación. El silencio administrativo es negativo, con un plazo general para la respuesta de la Administración de tres meses.

2. Excepcionalmente y únicamente como criterio de seguridad equivalente ampliamente contrastado, de acuerdo con el artículo 23.3.b) del Reglamento de 2002, se podría seguir lo preceptuado en el punto 9 de la Instrucción MIE-BT-027 del derogado Reglamento Electro-

técnico para Baja Tensión de 1973 y sus hojas de interpretación 12A y 12B, que se considera que proporcionan una seguridad equivalente a la prevista en el actual Reglamento. La larga experiencia en la aplicación de esta norma garantiza la idoneidad de la aplicación de este sistema. Todo ello, como en el caso anterior, previa petición individualizada, de acuerdo con el citado artículo 23 del vigente Reglamento.

Cada Administración competente debería disponer de listados de lo que considera criterio de seguridad equivalente. Como se trata de un acto administrativo dirigido a un número muy elevado e indeterminado de personas, el Ministerio debería publicar en el Boletín Oficial del Estado lo que considera como criterio de seguridad equivalente, de acuerdo con el artículo 59 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común. En caso de que no lo haga, tendría que hacerlo cada Comunidad Autónoma dentro de su ámbito territorial, lo que sin duda provocaría una cierta confusión y disparidad de criterios.

3. Aplicar la norma UNE 100166 sobre climatización y ventilación de aparcamientos.

La ventilación de los aparcamientos de uso público se regula en la norma UNE 100166, que aplicada a la instalación de un garaje, lo desclasifica como local con riesgo de incendio y explosión, en función de la ventilación prevista.

En esta norma se contemplan los dos supuestos de ventilación más usuales: la natural y la forzada. En ambos casos se especifican los parámetros mínimos de seguridad que sus redactores consideran adecuados para mantener una correcta ventilación del local. La renovación mínima propuesta está orientada a la dilución del CO y los gases de escape de los vehículos, y como ya se ha dicho, establece unos requisitos superiores a la aireación necesaria para evitar el riesgo de intoxicación y por ende para eliminar el posible riesgo de incendio y explosión.

El sistema de ventilación propuesto

para los aparcamientos públicos es un poco más complejo que el del Reglamento de 1973. Se cambia el caudal mínimo de la ventilación prescrito en 1973 de 15 m<sup>3</sup>/h a 18 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> de superficie de garaje, con lo que se aumenta un 20% la capacidad de los ventiladores y la sección de los conductos respecto a la norma anterior.

La norma UNE 100166 prescribe además que una de cada 3 rejillas de aspiración se coloque a un máximo de 30 cm de altura sobre el suelo. Los gases que los vehículos arrojan por el escape son, en su mayor parte, más densos que el aire y se acumulan en las partes bajas. La ventilación tradicional aspirante y cenital no cubre por completo la evacuación de estos gases más pesados que el aire, en cambio las rejillas bajas prescritas por la norma UNE 100166 solucionan perfectamente el problema.

La ventilación prevista en el proyecto debe mantenerse siempre incluso en el caso de fallo de suministro.

Los aparcamientos cerrados situados por encima del suelo deberán tener ventilación natural o, en caso contrario, forzada, equiparándose entonces a los subterráneos.

La ventilación natural se realizará mediante rejillas permanentemente abiertas. El Reglamento de 1973 prescribía una superficie mínima de aberturas al exterior del 0,5% de la superficie del garaje. La norma UNE 100166 es más exigente y considera una superficie mínima igual al 2,5% de la superficie de cada planta, con aberturas situadas, al menos, en dos paredes opuestas. Cuando las dos dimensiones o ejes mayores del aparcamiento sean superiores a 30 metros, en su centro geométrico se debe practicar una abertura cenital adicional de superficie igual o mayor al 0,5% de la superficie total del garaje, incluyendo todas las plantas.

En los aparcamientos de cinco o menos vehículos, si se encuentran por debajo del nivel del suelo, resulta aconsejable, por salubridad de los usuarios, instalar algún tipo de extracción de humos, aunque no sea obligatorio reglamentariamente.

Los aparcamientos subterráneos de más de cinco plazas deben tener necesariamente ventilación forzada y sistemas de detección permanente de CO que actúen automáticamente sobre los extractores. La ventilación forzada se realizará preceptivamente por extracción de aire. Los ventiladores se podrán poner en marcha:

1. Manualmente.

2. De forma automática al abrir las puertas.

3. Cuando se detecten concentraciones anormales de CO.

4. Mediante programación por reloj a unas horas predeterminadas, en función del uso previsto.

En el CTE, el documento básico DB SI 4 sobre detección, control y extinción de incendios prescribe la instalación de un sistema de detección de incendio en todos los aparcamientos con una superficie construida de más de 500 m<sup>2</sup>. Lógicamente este sistema tendrá que proporcionar una señal de alarma (interna y externa) y poner en marcha los extractores a su máxima velocidad en caso de siniestro. El punto 8 del DB SI 3 sobre la evacuación de ocupantes establece un sistema de control del humo del incendio que, además de cumplir lo prescrito en el DB HS 3, debe satisfacer las siguientes especificaciones:

1. El sistema debe extraer 120 litros de aire por segundo y plaza de garaje, lo que equivale aproximadamente a 17,28 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> (lo mismo que se prescribía por salubridad en la tabla 2.1 del DB HS 3), activándose automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección. Las aberturas de extracción de aire más cercanas al suelo, cuando existan, se deben cerrar automáticamente mediante compuertas E<sub>600</sub>90 (soportarán 600 °C durante 90 minutos). El DB HS 3 entra en colisión con el DB SI 4, pues el primero prescribe un sistema de control de humo sin tener en cuenta la superficie del garaje, y el segundo sólo lo requiere en superficies superiores a 500 m<sup>2</sup>, lo que en mi opinión nos lleva a la conclusión de que es obligatorio instalar un sistema de detección de humos en todos los estacionamientos, independientemente de su superficie.

2. Los ventiladores serán de tipo F<sub>400</sub>90 (soportarán 400 °C durante 90 minutos), prescripción que va en la misma línea que lo establecido en la NBE-CPI 96 G18, letra c.

3. Los conductos que transcurran por un único sector de incendio deben tener una clasificación E<sub>600</sub>90. Los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben tener una clasificación EI 90 (estables al incendio durante 90 minutos), de forma similar aunque más desarrollada que lo prescrito en la NBE-CPI 96.

Los garajes, cuando el número de plazas de aparcamiento supere los 100 vehículos, por su carácter de locales de pública concurrencia y salvo que tengan ventila-

ción natural, dispondrán de un suministro complementario al menos para alimentar los extractores de aire (Instrucción Técnica ITC-BT 28.2.3). Esta fuente de suministro de socorro debe cubrir, como mínimo, el 15% de la potencia total contratada para suministro del local. Para los garajes de capacidad inferior no se prescribe reglamentariamente el suministro de socorro. El legislador deja una imprecisión importante al referirse a la potencia contratada, que dificulta sobremanera el dimensionamiento real de los suministros complementarios, ya que no se trata de un dato objetivo que pueda determinar el proyectista. Hay un error en la definición de la potencia de la fuente de suministro de socorro, pues se basa en un concepto tan indeterminado como la potencia contratada, lo que no es en ningún caso un criterio objetivo.

A mi juicio debería existir una señal óptica y acústica, externa e interna, que indique la falta de corriente o cualquier otro fallo en el sistema de ventilación, y para mayor seguridad debería funcionar de forma autónoma.

Una vez desclasificado el garaje, las instalaciones son totalmente convencionales y se pueden diseñar de acuerdo con las normas genéricas previstas en el Reglamento de 2002. Vamos a examinar ahora cómo aborda este Reglamento los diferentes elementos fundamentales de la instalación del garaje.

La promulgación del nuevo CTE supone que para calcular el aforo del garaje hay que huir del criterio general de 0,8 m<sup>2</sup> por persona establecido en la ITC-BT 28 del Reglamento de 2002, por ser a todas luces excesivo. Se puede aplicar lo establecido en el CTE, DB SI 3.2, sobre seguridad en caso de incendio y evacuación de ocupantes, pedido en su tabla 2.1. Se establece una ocupación de 15 m<sup>2</sup> por persona si el aparcamiento está vinculado a una actividad sujeta a horarios, como el comercial, de espectáculos, de oficinas, etc., y de 40 m<sup>2</sup> por persona si se trata de otros casos, fundamentalmente comunidades de vecinos o aparcamientos públicos.

### Conductores y conductos

Los conductores eléctricos que se utilizan en los garajes por el hecho de estar clasificados como locales de pública concurrencia serán no propagadores del incendio, de baja emisión de humos y de opacidad reducida. En conclusión, cubierta verde (en el caso de cables de 0,6/1 kV) y marcado con las letras AS.

Los extractores deberán soportar una

temperatura de 400 °C durante 90 minutos como mínimo, tal y como establece el artículo 18.3.4 de la NBE-CPI 96. Tácitamente, este requisito se considera aplicable a sus conductores de alimentación.

Los conductores fabricados de acuerdo con la norma UNE 50200, para un tiempo de resistencia al fuego de noventa minutos (esta norma contempla otros tiempos de resistencia al fuego inferiores) y con una temperatura de ensayo de 800 °C (prevista en la norma como única temperatura de ensayo) cumplen con exceso los requisitos especificados por la NBE-CPI 96. Por lo tanto, reunirán los requisitos especificados no sólo en la citada NBE, sino también en el Reglamento para Baja Tensión de 2002, si soportan el fuego durante noventa minutos.

Los conductores que alimenten eléctricamente los extractores tendrán las características adecuadas de resistencia al fuego (cubierta naranja y marcado con las letras AS+) cuando se instalen en los garajes. Los cables deberán ser resistentes al fuego en el tramo que discurre por el sector de incendio que constituye el garaje, de acuerdo con la NBE-CPI 96, artículo G.4.1 y el propio Reglamento de 2002. El tramo del cable de alimentación a los extractores que se sitúe en otro sector de incendio diferente no es preciso que se instale con cable resistente al fuego. Por ello, para ganar en seguridad, fiabilidad y economía de la instalación es más recomendable que los conductores discurran por otros sectores de incendio independientes del garaje.

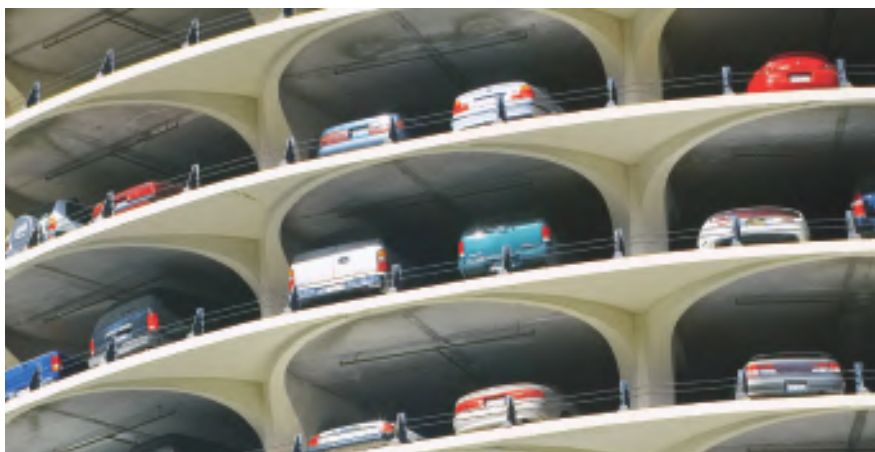
Los conductores y conductos que se utilicen como sistemas de detección y extinción de incendios quedan en un vacío legal. Se sitúan fuera del ámbito de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y, por tanto, no están sujetos a sus prescripciones. No se dice en ningún sitio que los cables sean de baja emisión de humos, opacidad reducida y libres de halógenos, o incluso resistentes al fuego si han de mantener el servicio en caso de incendio.

La ITC-BT 29 del nuevo Reglamento de 2002, en su punto 9.2.a) cita textualmente:

“Los cables a emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos de clase I y clase II serán:

« a) En instalaciones fijas:

«Cables de tensión asignada mínima 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables; instalados bajo tubo (según 9.3) metálico rígido o flexible conforme a norma UNE-EN



50086-1.

« Cables construidos de modo que dispongan de una protección mecánica; se consideran como tales:

« Los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica, según UNE 21157 parte 1.

« Los cables armados con alambre de acero galvanizado y con cubierta externa no metálica, según la norma UNE 21123.

« Los cables a utilizar en las instalaciones fijas deben cumplir, respecto a la reacción al fuego, lo indicado en la norma UNE 20432-3.”

Todo ello no es aplicable a los garajes si se desclasifican como locales con riesgo de incendio y explosión mediante ventilación, lo que supone una ventaja tanto de diseño como económica.

Sobre la propagación del incendio por los cables se puede acudir a un suceso cercano en el tiempo. El incendio del edificio Windsor en febrero de 2005. Los cables instalados, aproximadamente en 1975, eran de PVC del tipo no propagador de la llama, y bajo tubo que vamos a considerar de las mismas características que los cables. En aquel momento los tubos carecían de reglamentación de seguridad respecto al fuego. El incendio se extendió no solamente a los pisos superiores, como es normal, sino también hacia las plantas inferiores, tal y como parece deducirse de la información publicada en el diario *El País*:

“La investigación policial explica que el incendio se propagó desde la planta 21 hacia los pisos superiores y, a la vez, hacia la zona inferior, debido a que hasta la planta 17 (llamada técnica, y de hormigón armado), bajan multitud de huecos (patinillos) por los que discurría el cableado eléctrico del edificio y las canalizaciones del aire acondicionado. Éstos actuaron como chimeneas por las que se propagó el incendio”.

Se ha considerado que la propaga-

ción del fuego hacia las plantas inferiores se debió a los cables y tubos presumiblemente no propagadores de la llama, colocados en mazos en los patinillos. Hoy en día, y de acuerdo con la normativa actual, se deben instalar cables con las características de baja emisión de humos, no propagadores del incendio y libres de halógenos, disponiendo los conductores bajo tubos o canales de PVC colocados en mazos y en patinillos verticales. Estos conductos, a los que no se les exige más requisito que el de no ser propagadores de la llama, mantienen no sólo el peligro de envenenamiento y/o intoxicación de las personas, sino también un posible peligro de propagación del fuego en caso de incendio, como se vio anteriormente. Si el incendio se hubiera producido actualmente con los materiales del Reglamento de 2002, se hubiera extendido igualmente por los patinillos llenos de tubos que no cumplen la norma de no propagación del incendio, aunque sí lo hagan los cables.

Hay que recordar que la NBE-CPI 96, en su artículo 18.1, referido a tuberías y conductos, dice textualmente:

“Se considera que los pasos de tuberías y conductos a través de un elemento constructivo no reducen su resistencia al fuego si se cumple alguna de las condiciones siguientes:

«(...) b) Si las tuberías o los conductos, sus recubrimientos o protecciones y, en su caso, los elementos delimitadores de las cámaras, patinillos o galerías que las contengan, poseen una resistencia al fuego al menos igual a la mitad de la exigida al elemento constructivo atravesado.

« Cuando se trate de instalaciones que puedan originar o transmitir un incendio, dicho grado (de resistencia al fuego) debe ser igual el (al) exigido el (al) elemento que atraviesan. Las rejillas de los conductos de ventilación estática pueden no tenerse en cuenta a los efectos antes

citados. Las tapas de registro cumplirán lo establecido en el apartado 15.5.”

Los tubos colocados en mazos no tienen ensayo y/o norma que asegure la no propagación del incendio. Todos los que no se encuentren perfectamente empotrados deberán discurrir por un patinillo con una resistencia al fuego igual a la de los elementos que atraviesen, pues son susceptibles de transmitir un incendio.

El CTE establece en el punto 4.2 del Documento Básico DB SI sobre propagación interior del incendio, que “las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones se regulan en su reglamentación específica”. Esta regulación está en la misma línea que las reglamentaciones anteriores e incurre en sus mismos defectos.

La tabla 1.1 del DB SI 1 sobre exigencias básicas de seguridad en caso de incendio y propagación interior señala que el aparcamiento constituye un sector de incendio si está dentro de un edificio con más usos y que la circulación de personal se realizará mediante vestíbulos de independencia. La tabla 1.2 del mismo Documento Básico especifica una resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan el sector de EI 120 (equivalente a la antigua RF 120) y las puertas de paso entre sectores tendrán como mínimo una resistencia EI<sub>2</sub>60-C5 (equivalente a la antigua RF 60 y con cierre automático). En el DB SI 1.3 en el caso de pasos de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios, se especifica que la compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc. Cuando dichos espacios estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, se podrá reducir ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Independientemente de lo anterior, se limita a tres plantas y a 10 metros el desarrollo vertical de las cámaras no estancas (ventiladas).

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc. Para mantener la resistencia al fuego puede optarse por una de las siguientes alternativas:

a) Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho

punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t (i ↔ o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.

b) Instalar dispositivos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del material atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t (i ↔ o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado.

Se especifica para los elementos constructivos una reacción al fuego para techos y paredes de A2-s1,d0 (equivalente al antiguo M0) y para suelos se establece A2<sub>FL</sub>-s1 (M0). Los patinillos verticales de paso de cables tendrán una reacción al fuego B-s3,d0 (M1). Se incluyen a continuación dos tablas, una de los símbolos y abreviaturas utilizados, de acuerdo con el Real Decreto 312/2005, que clasifica frente al fuego los productos de construcción y otra con las clases de reacción al fuego y los criterios de clasificación de los productos utilizados, de acuerdo con la norma anterior (*tablas 2 y 3*).

### Tubos protectores

Los tubos blindados y normales se describían en la Instrucción Técnica MIE-BT 001 del Reglamento de 1973 en función de su resistencia mecánica, de acuerdo con la norma UNE 20324 sobre el grado de protección de las envolventes del material eléctrico de baja tensión.

En la Instrucción Técnica MIE-BT 019 del mismo reglamento, dedicada a los tubos protectores, se prescribía que los tubos aislantes podían ser de PVC o polietileno, y que debían ser no propagadores de la llama. En la Instrucción Técnica MIE-BT 044 del Reglamento de 1973, no se citaba ninguna norma UNE de obligado cumplimiento respecto al material de los tubos. Es preciso recordar que los tubos y canales pueden tener una masa de PVC de hasta diez veces el peso de plástico de los cables que contienen.

Actualmente la ITC-BT 29 del Reglamento de 2002, en su punto 9.3, en la tabla 3, respecto a los tubos protectores, cita que deben tener una resistencia a la compresión y al impacto fuerte y que por sus propiedades eléctricas deben tener continuidad eléctrica o ser aislantes. No se especifican materiales de unas características determinadas.

### Canales protectoras

El articulado del Reglamento de 1973 no dedicaba un solo párrafo a la regulación de las canales protectoras. La Dirección General de Innovación Industrial y Tecnológica trató de rellenar esa laguna con la publicación de la Resolución de 18 de enero de 1988 que autorizó la utilización de conductores aislados bajo canales protectoras de material plástico. Esta resolución estableció la resistencia de las canalizaciones a los daños mecánicos, aplicando la norma UNE 20324 y exigió que se fabricasen con material autoextinguible y no propagador de la llama, pero sin determinar el tipo de material.

El Reglamento de 2002 sí aborda el tema relativo a las canales protectoras en el punto 3 de la Instrucción Técnica ITC-BT 21, citando que deberán ser del tipo no propagador de la llama, refiriéndose además a la norma UNE 50085.

La tabla 4 de la Instrucción Técnica ITC-BT 29, del Reglamento de 2002, respecto a las propiedades eléctricas de las canales protectoras, distingue entre las de hasta 16 mm de anchura, que establece que deben ser aislantes y las de más de 16 mm de anchura, que considera que pueden ser aislantes o tener conductividad eléctrica. Esto no tiene nada que ver con los niveles mínimos de seguridad que se establecen para los conductores. Se limita a prescribir que las canales no sean propagadoras de la llama, condición mucho menos exigente que la de no propagación del incendio que se les exige a los conductores, sin justificación alguna.

El Reglamento de 2002, en su Instrucción Técnica ITC-BT 21, se remite a las normas UNE 50085 y 50086, en lo que se refiere a los tubos y canales protectoras, que únicamente señalan que estas conducciones, si son aislantes, deben ser no propagadoras de la llama. El nuevo Reglamento, después de más de un cuarto de siglo, no ha avanzado absolutamente nada respecto al de 1973 en cuanto a la composición de los tubos y canales.

Los problemas que se presentan en los garajes, respecto al peligro de transmisión del fuego y a la intoxicación de las personas por los humos producidos por el incendio de la instalación eléctrica, quedarían eliminados utilizando tubos y canales metálicos o aislantes de las mismas características que los cables. También se podrían utilizar conductores armados grapados directamente sobre los paramentos.

En mi opinión, una vez desclasificado el garaje, si los conductores, interruptores y bases de enchufe se instalan por encima de 1,5 metros de altura sobre el nivel del suelo quedan perfectamente protegidos tanto contra la presunta acumulación, temporal y transitoria, de un ambiente potencialmente inflamable, como contra daños mecánicos.

La instalación en los garajes no suele hacerse empotrada sino en montaje superficial. Se puede utilizar cable armado grapado directamente sobre el paramento y con prensaestopas de entrada a cuadros y mecanismos. Se puede instalar también tubo de plástico o metálico, con racores de entrada a mecanismos y cuadros. Si la altura de techo es superior a 2,5 metros, se puede instalar canaleta adosada al techo y prensaestopas en las entradas y salidas de cable a los cuadros y cajas de mecanismos.

Para mantener un nivel de seguridad elevado contra los daños mecánicos, es más importante disponer los cables de forma que no corran peligro de daño mecánico que colocarlos bajo tubo metálico. La instalación de los cables por este último sistema resulta muy cara y de complejo montaje, sin suponer un aumento apreciable de la seguridad.

Los garajes son instalaciones en locales normalmente subterráneos y con ventilación forzada. Llama la atención que se exijan conductores no propagadores del incendio, de baja emisión de humos y opacidad reducida, y que a los elementos de conducción de cables se les exija únicamente que cumplan la característica de no ser propagadores de la llama. Este último ensayo es mucho menos exigente que el de los cables.

En las normas UNE 50085 y 50086, sobre tubos y canales para conducción de cables eléctricos, no se cita el material de composición de los elementos de conducción de los cables. Este vacío normativo hace que puedan instalarse cables de PVC, que en caso de incendio produce humos corrosivos, tóxicos y opacos. Dicho humo puede intoxicar y desorientar al usuario, dificultándole o incluso impidiéndole la evacuación. Los efectos del fuego sobre las canalizaciones no se abordan en las normas UNE 50085 sobre "sistemas de tubos para conducción de cables" y UNE 50086 sobre "sistemas de canales para sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas", donde aparecen con el epígrafe *en estudio*.

Los tubos o canaletas y los cables son dos materiales íntimamente ligados entre

Símbolo o abreviatura	
$\Delta T$	Incremento de temperatura.
$\Delta m$	Pérdida de masa.
tf	Duración de la llama.
PCS	Potencia calorífica superior.
SMOGRA	Velocidad de propagación del humo.
LFS	Propagación lateral de las llamas.
THRt	Emisión total de calor en un tiempo t.
TSP	Producción total de humo.
FIGRA	Velocidad de propagación del fuego.
(i ↔ o)	Material ensayado por ambas caras o con flujo interior y exterior en el caso de conductos.
S1	SMOGRA $\leq 30\text{m}^2/\text{s}^2$ y TSP <sub>600s</sub> $\leq 50\text{ m}^2$
S2	SMOGRA $180\text{m}^2/\text{s}^2$ y TSP <sub>600s</sub> $\leq 200\text{ m}^2$
S3	No es ni S1 ni S2.
d0	Sin caída de gotas ni partículas inflamables.
E	Integridad al fuego.
I	Aislamiento del fuego.
C	Indica la cualidad de cierre automático de una puerta de paso entre sectores de incendio.
Fs	Propagación de las llamas.

Tabla 2. Símbolos y abreviaturas utilizadas.

sí. Son el continente y el contenido de un todo y por ello no pueden ni deben tener una filosofía de seguridad tan diferente. Resulta absolutamente ilógico que la reglamentación aplique una norma muy restrictiva a los conductores y, a la vez, evite pronunciarse sobre los conductos que los contienen. Se olvida de que si el cable llega a arder, su conducto también lo hará desprendiendo

humos tóxicos, corrosivos, asfixiantes y opacos.

Los conductos y canales de PVC de tipo no propagadores de la llama tampoco cumplen la Directiva 89/106/CEE sobre la libre circulación de productos de la construcción ya que carecen de seguridad en caso de incendio (art. 3.1 letra b) por el mismo motivo que en el caso anterior.

Tabla 3. Reacción al fuego de los productos de construcción citados.

Clase	Criterio de clasificación
A2	$\Delta T \leq 50\text{ }^\circ\text{C}$ y
	$\Delta m \leq 50\%$ y
	tf $\leq 20\text{ s}$
	o
	PCS $\leq 3\text{MJkg}$ (para el producto en su conjunto) y
	FIGRA $\leq 120\text{ w/s}$ y
B	LFS < margen de muestra, y
	THR <sub>600s</sub> $\leq 7,5\text{ MJ}$
	FIGRA $\leq 120\text{ w/s}$ y
	LFS < margen de muestra, y
	THR <sub>600s</sub> $\leq 7,5\text{ MJ}$ y
	Fs $\leq 150\text{ mm}$ en 60 segundos.



La tendencia, nacional e internacional en los túneles de carretera, después de diversos ensayos y análisis de siniestros producidos, se dirige a eliminar el PVC de las canalizaciones y de los cables. Éste es el camino que debería haber seguido la nueva normativa de baja tensión.

En la protección contra los daños mecánicos, llama la atención el hecho de que en las normas UNE 50085 y 50086 se incluyen unas tablas en las que se dan unos valores escalados para el ensayo de resistencia al impacto de tubos y canales. Estos parámetros no son totalmente equivalentes a los recogidos por la norma UNE 50102 sobre los grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). Como se puede ver, las tablas de las normas coinciden, a excepción de los grados de resistencia denominados “grande” y “fuerte” en las normas 50085 y 50086, ambos iguales a seis julios, y al compararlos con la norma UNE 50102, no se corresponden con ningún grado IK, hay uno de cinco julios y otro de 10, pero ninguno de seis. Mientras el legislador aclara el asunto y considerando que todas las normas UNE citadas son de obligado cumplimiento, los tubos utilizados en garajes y talleres en mi opinión deberían ser de grado de protección frente a los impactos IK09.

A continuación, se incluye una tabla que deja patente la descoordinación de valores y terminologías utilizados en las tres normas UNE (tabla 4).

### Otras instalaciones

Las bombas que se coloquen en pozos de agotamiento situados dentro del recinto del garaje y por debajo del nivel del mismo, se encuentran en una zona 0. La citada zona 0 no está desclasificada a priori con la ventilación del garaje. Si las

bombas son de tipo sumergible y se regulan los niveles de forma que estén constantemente cubiertas de agua, no precisarán modo de protección. Sin embargo, el sensor de nivel que se instale sí deberá disponer de modo de protección. El cable de alimentación a la bomba será del tipo DN-F, preparado para servicios móviles, por las siguientes razones:

1. La bomba en funcionamiento vibra y transmite esa vibración a su cable de alimentación.

2. Para realizar el mantenimiento periódico de la bomba, es preciso extraerla y para ello se mueven de forma repetitiva ésta y su cable de alimentación.

A esta conclusión se llega tanto con el Reglamento de 1973 como con el de 2002.

La Instrucción Técnica MIE-BT 29, respecto a los cables armados, cita que los conductores para la instalación en emplazamientos clasificados deben ser acordes con la norma UNE 21123 y armados con alambres de acero galvanizado. En mi opinión, si se desclasifica el local se pueden instalar cables armados con fleje de acero o aluminio más económicos.

### Protecciones y alumbrado

En la tabla 3.1 del BD SI 3.3.1 del CTE, sobre seguridad en caso de incendio y evacuación de ocupantes, se establece la longitud de los recorridos de evacuación que se fija por regla general en 35 metros para los aparcamientos, aunque en el caso de edificios con una única salida de planta se aceptan 50 metros si la salida es directa al exterior y la ocupación no excede de 25 personas. Naturalmente, estos recorridos de evacuación deben estar convenientemente alumbrados y señalizados en caso de emergencia.

El DB HE del CTE, sobre ahorro de energía, en su sección 3 dedicada a la

eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, establece un valor mínimo de eficiencia energética de la instalación (VEEI ( $w/m^2$ )). En la tabla 2.1 establece este VEEI en un valor límite de cinco y en el punto 1.3 del mismo DB se exige que figuren en el proyecto los cálculos justificativos y una serie de parámetros luminotécnicos. Esta previsión normativa obliga a realizar el cálculo con un programa informático.

El Reglamento de 1973 en su Instrucción Técnica MIE-BT 025.2.5.2 prescribía la instalación de un alumbrado de señalización en los establecimientos subterráneos de vehículos. Este alumbrado debía proporcionar una iluminación mínima de un lux en el eje de los pasos principales.

El Reglamento de 2002 establece que todos los garajes de capacidad superior a cinco coches dispondrán de alumbrado de emergencia que facilite su evacuación hasta el exterior:

1. Un alumbrado ambiente, que deberá aportar una iluminancia mínima de 0,5 lux en todo el garaje, en el volumen comprendido entre el suelo y un plano situado un metro por encima. La relación entre la iluminancia mínima y máxima debe ser menor de 40, lo que obliga a utilizar un programa informático de diseño de la iluminación de emergencia.

2. Un alumbrado de evacuación debe proporcionar una indicación de las rutas de salida con una iluminancia horizontal mínima de un lux. Debe señalar cada una de las puertas de salida y el recorrido de pasillos y escaleras hasta llegar al exterior, donde se colocará la última luminaria de emergencia, que, como se situará en un emplazamiento a la intemperie, deberá tener un grado de protección mínimo acorde con su ubicación.

Tabla 4.

s/UNE 50085 (canales)	s/UNE 50086 (tubos)	s/UNE 50102 (IK)				
Resistencia al choque	Energía (J)	Clasificación	Ensayo de impacto	Energía (J)	Grado IK	Energía (J)
Muy pequeña	0,5	1	Muy ligero	0,5	IK04	0,5
Pequeña	1	2	Ligero	1	IK06	1
Media	2	3	Medio	2	IK07	2
Grande	6	4	Fuerte	6	IK08	5
					IK09	10
Muy grande	20,4	5	Muy fuerte	20,4	IK10	20

El CTE establece en su DB SU, relativo a la seguridad de utilización, punto 4.2.1 letra b, sobre seguridad frente al riesgo causado por una iluminación inadecuada, la obligatoriedad de la existencia de alumbrado de emergencia en todo el recorrido de evacuación. En el anejo A del DB SI define el recorrido de evacuación como “Recorrido que conduce desde un origen de evacuación hasta una salida de planta, situada en la misma planta considerada o en otra, o hasta una salida del edificio. (...) En uso aparcamiento los recorridos de evacuación deben discurrir por las calles de circulación de vehículos, o bien por itinerarios peatonales protegidos frente a la invasión de vehículos...”

El DB SU 4.2.2 obliga a situar las luminarias de emergencia a más de dos metros sobre el suelo y encima de las puertas de los recorridos de evacuación. Incluye un apartado sobre iluminación de las señales de seguridad mucho más exigente que el recogido hasta ahora en cualquier reglamentación. Incluye un índice de rendimiento cromático, indicando que debe ser superior a 40. Establece un valor nulo del factor de reflexión y cita el factor de mantenimiento; hasta ahora los grandes olvidados de los cálculos luminotécnicos de emergencia. El CTE introduce también unos tiempos de encendido, señalando que las luminarias de emergencia en un plazo máximo de cinco segundos deben dar por lo menos el 50% de su valor nominal en un plazo máximo de cinco segundos y el 100% de la iluminancia requerida en 60 segundos.

El cuadro de protección y control es recomendable colocarlo en otro local independiente separado del garaje de esta manera se localiza en un sector de incendio independiente. Esta ubicación permite que en caso de incendio se mantenga el servicio durante más tiempo.

### Mantenimiento de las instalaciones

El Reglamento de 1973 se refería al mantenimiento de las instalaciones en la Instrucción Técnica MIE-BT 042.2, estableciendo revisiones periódicas anuales de las instalaciones en locales de pública concurrencia, con riesgo de incendio y explosión o de características especiales, pero sin hacer más determinaciones al respecto. Esta prescripción, por regla general, no se cumplió.

El actual Reglamento de 2002, en el punto 4.1 letra c) de la Instrucción Técnica ITC-BT 05, señala que las instala-

ciones en locales con riesgo de incendio y explosión, de la clase I, deben someterse a inspección inicial por OCA, excepto los garajes de menos de cinco plazas.

El primer problema que se plantea es que si el garaje se ha desclasificado, ya no es un local con riesgo de incendio y explosión, por lo tanto no procede la inspección inicial por una OCA. Por el mismo motivo, tampoco sería aplicable la prescripción relativa a la realización de las inspecciones periódicas establecidas en el punto 4.2 de la Instrucción Técnica citada. No obstante, las inspecciones inicial y periódicas por OCA son obligatorias por tratarse de un local de pública concurrencia.

El actual Reglamento de 2002, en la Instrucción ITC-BT 29.6.3, establece que este tipo de instalaciones deben someterse a un mantenimiento que garantice la conservación de las condiciones de seguridad iniciales, tomando como criterio lo establecido en la norma UNE-EN 60079-17 sobre inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas en áreas peligrosas. Al desclasificar el local, este punto tampoco es aplicable.

La desclasificación del local, con respecto al riesgo de incendio y explosión, se basa en el mantenimiento a lo largo de la vida de la instalación de unos criterios y valores. Independientemente de las inspecciones inicial y periódicas por una OCA, el titular de la instalación, de acuerdo con el artículo 20 del Reglamento de 2002, es responsable de mantener, durante toda la vida de la instalación, las condiciones de ventilación que sirvieron para su desclasificación. Esta obligación, en la mayor parte de los casos, conlleva la necesidad de contratar a un instalador autorizado para realizar el adecuado mantenimiento.

El control de estas medidas de seguridad en los garajes resulta imprescindible, pues cumple dos funciones: sirve para preservar los principios de seguridad en los que se basa el diseño de la instalación, y garantiza la disponibilidad de la ventilación, que se ha supuesto suficiente en la desclasificación del emplazamiento.

Un mantenimiento eléctrico efectivo quedaría asegurado con las medidas que voy a señalar a continuación:

1. Realizar un contrato de mantenimiento con una empresa instaladora especializada.

2. Disponer de relojes que cuenten las horas de funcionamiento de cada uno de los extractores de ventilación.

3. Instalar un contador de impulsos para conocer el número de veces que entra en funcionamiento el sistema de ventilación y el número de maniobras realizadas por los motores, contactores, aparellaje, etc. Este dato resulta imprescindible, ya que los motores tienen limitada su vida a un número determinado de ciclos de maniobra. Partiendo de estos datos se puede hacer un mantenimiento predictivo de los rodamientos de los motores, contactos de los contactores y relés, etc. Por otra parte, conviene destacar que el precio de los relojes cuenta-horas y los contadores de impulsos no encarecen la instalación más de 100 € aproximadamente..

4. Disponer de un extractor de reserva que permita la sustitución casi inmediata en caso de avería.

La tabla 7.1 del DB HS 3.7 establece revisiones, comprobaciones y limpiezas con periodicidades muy concretas, tema que siempre fue el gran ausente de nuestra reglamentación. Por su interés se adjunta la tabla donde se reflejan las operaciones de mantenimiento y sus plazos (tabla 5).

El punto 6.2 de la ITC-BT 29 recoge toda la documentación que el propietario deberá conservar durante la vida de la instalación:

1. Copia del proyecto en su forma definitiva.
2. Manual de instrucciones de los equipos.
3. Declaraciones de conformidad de los equipos.
4. Documentos descriptivos del sistema para los de seguridad intrínseca.
5. Todo documento que pueda ser relevante para las condiciones de seguridad.

Estas prescripciones, habituales para una instalación industrial, resultan excesivas para el garaje de una comunidad de vecinos y no serían obligatorias en un garaje que haya sido previamente desclasificado.

El actual Reglamento de Baja Tensión debería modificarse para recoger las particularidades de las instalaciones en garajes desde un punto de vista más práctico y quizá la publicación del CTE es una buena excusa para ello.

El anterior Reglamento de 1973 enfocaba mejor el problema de las instalaciones eléctricas en este tipo de locales. La aplicación de la norma UNE 60079 resulta farragosa y trivial para los garajes.

El legislador debería modificar la ITC-BT 29 y crear una instrucción téc-

	Operación	Periodicidad
Conductos	Limpieza	1 año
	Comprobación de la estanquidad aparente	5 años
Aberturas	Limpieza	1 año
Aspiradores híbridos, mecánicos y extractores	Limpieza	1 año
	Revisión del estado de funcionalidad	5 años
Filtros	Revisión del estado	6 meses
	Limpieza o sustitución	1 año
Sistemas de control	Revisión del estado de sus automatismos	2 años

Tabla 5.

nica adicional específica para este tipo de locales que simplifique su diseño e instalación con criterios generales y coherentes con sus potenciales riesgos.

La desclasificación de los garajes mediante una adecuada ventilación resuelve el problema hasta que se produzca esa modificación normativa. Una vez desclasificado el garaje, se puede diseñar una instalación convencional que sería muy similar a la recogida en el Reglamento de 1973 con la excepción de lo relativo a los cables, los extractores y el alumbrado de emergencia, que deberían diseñarse siguiendo los criterios del Reglamento de 2002.

El vacío legal que existe en el Reglamento sobre el concepto de los criterios de seguridad equivalente podría llenarse mediante la publicación por el Ministerio o las Comunidades Autónomas de los sistemas que considerasen como criterios de seguridad equivalente.

La norma UNE 100166 es válida para todos los garajes, y su aplicación supone un incremento sobre el nivel de seguridad que se ha venido manteniendo desde 1973. Su aplicación minimiza los niveles de riesgo de intoxicación y de incendio y explosión en los garajes hasta un nivel que se puede considerar seguro.

El CTE establece unas medidas de seguridad suficientes en el caso de ventilación que permiten igualmente desclasificar el garaje y mantener los niveles de toxicidad por debajo de unos límites razonables de seguridad.

En todos los aparcamientos de cuatro o más vehículos hay que instalar una central de detección de humos interconectada con los extractores.

Es imprescindible modificar la regulación de las canalizaciones eléctricas para que, cuando sea preceptivo, se utilicen conductores de baja emisión de humos, no propagadores del incendio y libres de

halógenos, su conducto cumpla los mismos requisitos de seguridad.

### Referencias normativas

Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus modificaciones posteriores.

Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE (BOE 9-2-93).

Ley 31/1995, de 8 de junio, de Prevención de Riesgos Laborales.

Directiva 96/27/CEE, sobre la protección de los ocupantes de los vehículos de motor en caso de colisión lateral, y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE.

Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE (LCEur 1994/839), relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96, Condiciones de protección contra incendios en los edificios.

Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE), modificado por el Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos

a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de la construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Normas UNE 20460, 21102, 21123, 50085, 50086, 50200, 50265, 50266, 50267, 50268, 60079, 100011 y 100166.

### Notas

1. Todo lo dicho hasta aquí no es de aplicación en el caso de que en el garaje o taller entren vehículos de propulsión por medio de gases combustibles comprimidos y/o licuados, el local no se puede desclasificar por los métodos propuestos, por lo que todo lo dicho hasta aquí no le sería aplicable.
2. Este artículo recoge exclusivamente las opiniones del autor.

### Bibliografía

- Arcos, E., *Desclasificación de garajes mediante dispositivos de ventilación forzada*, FIECOV, Madrid, 2004.
- Barroso, F. J., *La Policía Municipal halla un butrón "reciente" en el sótano del Windsor*, *El País*, 23 de febrero de 2005.
- Departamento Técnico de Pensa, *El incendio del edificio Windsor y los cables libres de halógenos*, *Electronicias* n.º 123, abril de 2005, págs. 56-60.
- Guía Técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Ministerio de Ciencia y Tecnología, www.mct.es
- Llorente Anton, M., *Comentarios al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*, Profepro, Madrid, 2002.
- Miret Más, L., *El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y la protección contra incendios*, www.voltimun.es.
- Moreno Clemente, J., Muñoz Guillen, J., *Instalaciones eléctricas en garajes, atendiendo a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*, 2002, Málaga 2004, inédito.
- Parejo Valencia, G., *Problemática de la empresa instaladora ante la implantación del nuevo Reglamento de Baja Tensión*, 2004, www.voltimun.es.

## AUTOR

**Pablo Zapico Gutiérrez**  
diepzg@unileon.es

Jefe de la sección de Industria y Energía de la Junta de Castilla y León en León, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de León